

## Germany

**Publication No.** DE 1900957 A (Update 197039 B)

**Publication Date:** 00000000

**Verfahren zur Gaerung von alkoholischen Getraenken und Gaerungstank hierfuer**

**Assignee:** Falstaff Brewing Corp., St. Louis, Mo., US (FAL-N)

**Inventor:** Delente, Jacques J., Universita

Lueckerath, Elmer, Ferguson, Mo

Akin, Cavit, Chicago, Ill

Krabbe, Erik, College Point, N.Y., US

**Agent:** Hoffmann, Dr.-Ing. Erich; Eitle, Dipl.-Ing. Werner; Hoffmann, Dipl.-Ing.

Dr.rer.nat. Klaus, Patentanwaelte, 8000 Muenchen

**Language:** DE

**Application:** DE 1900957 A 19690109

DE 1900957 A 19690109 (Local application)

**Original IPC:** C12B-1/04

**Current IPC:** C12B-1/04

**Current ECLA class:** C12C-11/00B2

**Claim:**

- 1. Gaerungstank, dadurch gekennzeichnet, dass er einen Tankboden (11) mit einer Oberflaeche aufweist, die so ausgebildet ist, dass ein Unterschied in der Tiefe innerhalb des Tanks um einen bestimmten Betrag besteht, so dass eine Fluessigkeitsbewegung innerhalb des Gaerungsmediums in dem Tank erzielt wird, um die natuerlichen Konvektionsstroeme zu verbessern.

## France

**Publication No.** FR 1600352 A (Update 197050 E)

**Publication Date:** 00000000

**Language:** FR

**Current IPC:** C12C-11/00(R,I,M,EP,20060101,20051008,A) C12C-

11/00(R,I,M,EP,20060101,20051008,C) C12M-1/02(R,I,M,EP,20060101,20051008,A)

C12M-1/02(R,I,M,EP,20060101,20051008,C)

**Current ECLA class:** C12C-11/00B C12M-1/02



50

10

11

21

22

43

# Offenlegungsschrift 1900 957

Aktenzeichen: P 19 00 957.5

Anmeldetag: 9. Januar 1969Offenlegungstag: 24. September 1970

Ausstellungspriorität: —

50

Unionspriorität

52

Datum: —

53

Land: —

51

Aktenzeichen: —

54

Bezeichnung: Verfahren zur Gärung von alkoholischen Getränken  
und Gärungstank hierfür

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: Falstaff Brewing Corp., St. Louis, Mo. (V. St. A.)

Vertreter: Hoffmann, Dr.-Ing. Erich; Eitle, Dipl.-Ing. Werner;  
Hoffmann, Dipl.-Ing. Dr. rer. nat. Klaus; Patentanwälte, 8000 München

72

Als Erfinder benannt: Delente, Jacques J., Universita; Lueckerath, Elmer, Ferguson; Mo.;  
Akin, Cavit, Chicago, Ill.; Krabbe, Erik, College Point, N. Y.  
(V. St. A.)

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 960): —

DT 1900 957

16700

Dem Bescheid vom 24. April 1969 und  
der Eingabe vom 28. April 1969 ent-  
sprechend wurden die ursprüngli-  
chen Ansprüche 1 bis 4 festgehalten,  
die ursprünglichen Ansprüche 5 bis  
7 in Ansprüche 1 bis 3 umnumme-  
riert und diesen Ansprüchen die am  
28. April 1969 eingegesehen neuen  
Ansprüche 4 bis 6 angeschlossen.

M/K  
23. 5. 69

Falstaff Brewing Corporation, St. Louis, Missouri/USA

Verfahren zur Gärung von alkoholischen Getränken und  
Gärungstank hierfür

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Behandlung von gährenden Medien, wobei die Rührung des Mediums mit Hilfe eines Fließzustands bewerkstelligt wird, der innerhalb des Mediums durch entwickelte Gasblasen erzeugt wird, welche innerhalb des Gärungemediums ein bestimmtes hydrodynamisches Schema bilden. Weiterhin betrifft die Erfindung einen Gärungstank mit einer Tiefe und einer Bodenform, welche das Bewegungsschema bestimmen.

Die herkömmliche Behandlung eines Gährungsmediums, beispielsweise in der Bierindustrie, wurde in Gährungsbehältern ausgeführt, die gewöhnlich nicht mehr als ungefähr 155.000 l faßten, und in denen die Tiefe des Mediums nicht größer als 2,7 m war. Die Gährungskörpergröße wurde auch durch die Kapazität der zur Verfügung stehenden Transportmittel und den Belastungsbeschränkungen derselben bestimmt. Es ist auch ein Charakteristikum der herkömmlichen Gährungskörper, daß die Größe nicht übermäßig sein darf, da es sonst Schwierigkeiten bei der Wärmeableitung gibt. Weiterhin erforderten die früheren Gährungskörper eine manuelle Beseitigung der Hefe durch Arbeiter, und dies ergab die Möglichkeit von Verunreinigungen. Außerdem war ihre Form nicht so, daß sie wirksam durch Spritzen gereinigt werden konnten. Trotz des technischen Wissens, das heute zur Verfügung steht, wurde die Gärung mit großen Chargen nicht beträchtlich über den in der Vergangenheit üblichen Grenzwert verändert.

Gemäß der vorliegenden Erfindung ist die Vorrichtung derart gebaut, daß sie ein hydrodynamisches Zirkulationsverhalten ergibt, ohne daß von außen angetriebene Bewegungseinrichtungen Hilfe genommen werden. Es wird ein Gährungskörper mit großer Kapazität und einer beträchtlichen Tiefe sowie einer in bestimmter Weise geformten Bodenfläche geschaffen, um die durch die Entwicklung von Kohlendioxyd erzeugte Kraft auszunutzen, wobei das Kohlendioxyd eine innere Rührung im Gährungsmedium in einem bestimmten und erwünschten hydrodynamischen Verhalten erzeugt, welches die Schwierigkeiten beträchtlich verringert, die bisher bezüglich des Wärmeübergangs aus einem großen Gährungskörper angetroffen wurden.

Weitere Ziele und Vorteile der vorliegenden Erfindung gehen aus der folgenden Beschreibung hervor, in der ein bevorzugtes Ver-

fahren und eine bevorzugte Vorrichtung beschrieben sind, die für die Biergärung geeignet sind. Die Erfindung ist jedoch nicht auf diese speziell beschriebene Gärung beschränkt.

Die Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert.

In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 und 1A graphische Darstellungen zur Erläuterung gewisser Charakteristiken der Biergärung; in Fig. 1 werden durch die graphische Darstellung die Gärungsphasen mit der Menge des in Freiheit gesetzten Kohlendioxidgases in Beziehung gesetzt, und in Fig. 1A wird in der graphischen Darstellung die Geschwindigkeit der  $\text{CO}_2$ -Bildung mit der Zeit in Beziehung gesetzt;
- Fig. 2 eine weitere graphische Darstellung, welche die Bedingungen zeigt, die im erfindungsgemäßen Gärungstank herrschen, wobei die graphische Darstellung insbesondere den Zusammenhang der Kohlendioxidblasengeschwindigkeit mit dem Abstand vom Boden des Gärungstanks in Beziehung setzt;
- Fig. 3 bzw. Fig. 3A einen schematischen Vertikalschnitt und einen Querschnitt an der Linie 3A-3A in Fig. 3 eines tiefen Gärungstanks mit einer Bodenform, die den Kriterien der vorliegenden Erfindung entspricht;
- Fig. 4 eine ähnliche Ansicht wie Fig. 3, welche jedoch eine Umkehrung der Bodenform eines tiefen Gärungstanks darstellt;
- Fig. 5 bzw. 5A einen schematischen Vertikalschnitt und einen Querschnitt an der Linie 5A-5A von Fig. 5 eines Gärungstanks mit einer tiefen Zone; und
- Fig. 6 bzw. 6A einen schematischen Vertikalschnitt und einen Querschnitt an der Linie 6A-6A von Fig. 6, welche einen

Gärungstank mit einem geneigten Boden darstellen.

Bei der Biergärung wurde beobachtet, daß das Gärungsschema im wesentlichen dem der Linie A in Fig. 1 folgt, wo die Gärung durch eine Anlaufphase, dann durch eine aktive Gärungsphase und schließlich durch eine Endgärung verläuft. Die graphische Darstellung zeigt, daß während des Zeitintervalls (gemessen entlang der Horizontalen), während dem die Gärung stattfindet, Kohlendioxyd in einer Menge gebildet wird, die in der Anlaufphase beginnt, während der aktiven Gärungsphase stark ansteigt und während der Endgärungsphase wieder abnimmt. Es ist auch zu beobachten, daß während der aktiven Gärungsphase die Geschwindigkeit der Kohlendioxyd- und Alkoholbildung praktisch konstant ist, wie es aus der Linie "B" von Fig. 1A zu sehen ist, obwohl die Temperatur der Gärung unterschiedlich sein kann. Es ist natürlich selbstverständlich, daß die Neigung der Kurve "A" und die Höhe der Kurve "B" sich mit der Temperatur ändern. Die Würzezusammensetzung und die Art der verwendeten Hefe besitzen ebenfalls einen Einfluß auf das Aussehen der graphischen Linien A und B.

Es wurde beobachtet, daß sich die Kohlendioxydblasen nur auf der Bodenoberfläche des Gärungstanks bilden und daß keine Blasen im Flüssigkeitskörper gebildet werden, obwohl die Gärung in der gesamten Flüssigkeit stattfindet. Die Zusammensetzung des Gärungsmediums ist über die gesamte Tiefe des Gärungstanks im wesentlichen gleichförmig, und es gibt keine Konzentrationsänderungen oder Schichtenbildungen, obwohl es offensichtlich hydrostatische Änderungen gibt. Es wurden aber nicht nur beobachtet, daß die Blasenbildung an der Bodenoberfläche die Regel ist, sondern daß auch alle Blasen ungefähr die gleiche Größe aufweisen, wenn sie die Oberflächen erreichen. Es ist auch bekannt, daß

die Verteilung der Hefe, der Zucker und des Alkohols in einem tiefen Gärungstank homogen sind. Aus diesen Beobachtungen ist zu schließen, daß die Diffusionsgeschwindigkeit des Kohlendioxids von der Flüssigkeit in die aufsteigenden Gasblasen rasch und nur mit einem geringen Widerstand verläuft. Es wird eine größere Energiemenge benötigt, die Flüssigkeitskohäsion zu überwinden und eine neue Phase zu bilden, als sie nötig ist, daß das Gas von der Flüssigkeit in die bereits gebildete Blase diffundiert. Wie hier näher beschrieben werden wird, dient das Verfahren speziell dazu, Energieunterschiede in verschiedenen Zonen eines Gärungstanks zu schaffen, und dies erfolgt durch die physikalische Form des Gärungstanks, so daß die Energiedifferenz lokalisiert wird, um ein kontrolliertes Fließverhalten zu schaffen.

Die folgende Beschreibung bezieht sich auf die Biergärung, obwohl die Erfindung hierauf nicht beschränkt ist. Während der Gärung bilden sich zahlreiche Blasen am Boden und steigen durch die Flüssigkeit auf, wodurch das überschüssige Kohlendioxid aus der Flüssigkeit mit einer so raschen Geschwindigkeit herausgespült wird, daß keine zusätzlichen Blasen gebildet werden. Aus Fig. 2 ist ersichtlich, daß die Geschwindigkeit der Blasen ungefähr der Kurve C folgt, was bedeutet, daß zunächst ein rascher Anstieg erfolgt, der dann geringer wird, wenn die Blasen sich von der Bodenoberfläche weiter entfernen. Der Effekt der Bildung der Blasen am Boden des Gärungstanks kann mathematisch wie folgt erfaßt werden:

Da die Konzentrationen der Hefe und des Substrats homogen sind, ist die Geschwindigkeit der  $\text{CO}_2$ -Bildung an jedem Punkt des Gärungstanks die gleiche, und alle Blasen werden eine gleiche Menge Gas  $\Delta M_{\text{CO}_2}$  für jede zurückgelegte Wegstrecke  $\Delta h$  aufnehmen:

- 6 -

$$1. \frac{\Delta M_{\text{CO}_2}}{\Delta h} = K_1, \text{ worin } K_1 \text{ eine durch die Gährungsbe-}$$

dingungen gegebene Konstante ist.

Wenn der Boden des Gährungstanks eine homogene Oberfläche ist, dann starten alle Blasen mit der gleichen Größe und enthalten gleiche Mengen Gas. Deshalb ändert sich die Gasmasse innerhalb einer Blase proportional zur Höhe im Gährungstank:

$$2. M_{\text{CO}_2} = K_1 h$$

Wenn  $P_A$  der atmosphärische Druck ist,  $\varphi$  die spezifische Masse des Biers ist,  $g$  die Beschleunigung aufgrund der Schwerkraft ist,  $v$  das Volumen einer Blase ist und  $H$  die Höhe der Flüssigkeit im Gährungstank ist und wenn  $\text{CO}_2$  als ideales Gas angesehen wird, dann erhält man

$$3. v = \frac{K_1 h P_A}{P_A + (H-h) \varphi g}$$

$H_A$  sei nun die Höhe des Biers Äquivalent dem atmosphärischen Druck:

$$4. H_A = \frac{P_A}{\varphi g} \quad \text{hieraus erhält man}$$

$$5. v = \frac{K_1 h H_A}{H_A + H-h}$$

Das Anfangsvolumen  $V_0$  einer Blase beim Verlassen des Bodens des Gährungsbehälters ist derart, daß



$$6. v_0 \varphi_g = \pi d \sigma$$

worin  $\sigma$  die Oberflächenspannung und  $d$  der theoretische Öffnungsdurchmesser der Nucleierungsstelle ist. In einem Gärungstank mit glatter Oberfläche ist  $d$  klein genug, daß der Ausdruck 5. immer experimentell verifiziert wurde.

Die Blasen bewegen sich aufgrund der Auftriebskraft  $F_b$  nach oben. Da die Masse der Blasen sehr klein ist, sollte sie einer sehr hohen Beschleunigung unterliegen, aber sie wird durch den Strömungswiderstand  $F_d$  verlangsamt. In der Tat ist die Geschwindigkeit der Blase sehr klein, wenn man sie mit dem Wert vergleicht, den sie ohne den Strömungswiderstand erreichen würde. Praktisch die gesamte Energie, die die Blase aufgrund der Auftriebskraft aufweist, wird der Flüssigkeit durch den Strömungswiderstand übertragen:

$$7. F_b = F_d + \mathcal{E}$$

$\mathcal{E}$  ist die kinetische Energie der Blase und ergibt eine Arbeit von

$$8. W_{\mathcal{E}} = 1/2 \varphi_{\text{Gas}} \times V_{\text{top}} \times g \times U^2_{\text{top}}$$

worin  $\varphi_{\text{Gas}}$ , die spezifische Masse des Gases, sehr klein ist und  $U_{\text{top}}$ , die Geschwindigkeit der Blase an der Oberseite, im Bereich von 30 cm/sec liegt. Aus diesem Grunde kann bei den Berechnungen  $\mathcal{E}$  vernachlässigt werden, und es kann geschrieben werden:

$$9. F_b = F_d$$

Die Arbeit  $W_1$ , die eine Blase leistet, ergibt sich gemäß Definition

- 8 -

$$10. W_1 = \int_0^H F_d dh = \int_0^H F_b dh \quad \text{aus 9}$$

$$11. F_b = V \varphi g = K_1 H \frac{H_A}{H_A + H - h} \varphi g \quad \text{aus 5}$$

$$12. W_1 = \int_0^H \frac{K_1 H_A \varphi g h dh}{H_A + H - h} \quad \text{aus 11 und 10}$$

Integration durch Veränderung von Variablen und teilweise Integration ergibt:

$$13. W_1 = K_1 \varphi g H_A \left[ (H_A + H) \left( \ln \frac{H_A + H}{H_A} \right) - H \right]$$

Je höher der Gährungsbehälter ist, desto mehr Arbeit wird eine Blase leisten. Die verfügbare Energie, die die Blasen in einem zylindrischen vertikalen Gährungsbehälter mit einem gegebenen Volumen B besitzen, sei P bezeichnet, wobei das Volumen B für verschiedene Querschnitte S und Höhen H wie folgt ausgedrückt werden kann:

$$14. B = SH$$

Da die Gährungsbedingungen die gleichen sind und die Bodenoberfläche homogen ist, ist die Anzahl von Blasen N, die je Zeiteinheit gebildet werden, proportional dem Querschnitt:

$$15. N = K_2 S$$

Bei einem stetigen Zustand ist die Energie P gemäß Definition

$$16. P = N W_1 = K_2 S W_1 = K_2 \frac{B W_1}{H} \quad \text{aus 15 und 14}$$

$$17. P = K_1 K_2 \varphi g B H_A \left[ \frac{\frac{H_A}{H} + H}{\frac{H_A}{H}} \ln \frac{H_A + H}{\frac{H_A}{H}} - 1 \right]$$

- 9 -

Nun sei der Ausdruck 15 mit dem Ausdruck 2 multipliziert:

$$18. N \times M_{CO_2} = K_1 K_2 SH$$

An der Oberseite des Gährungsbehälters ist  $h = H$  und  $N M_{CO_2}$  ist die gesamte Gasmenge, die je Zeiteinheit erzeugt wird. Wenn  $Q_{CO_2}$  die Geschwindigkeit der Gasbildung je Einheit gährendes Volumen ist, dann erhält man:

$$19. N \times M_{CO_2} = B Q_{CO_2} = K_1 K_2 SH = K_1 K_2 B \text{ und}$$

$$20. K_1 K_2 = Q_{CO_2}. \text{ Daraus ergibt sich}$$

$$21. P = B Q_{CO_2} \psi_{gH_A} \left( \frac{H_A + H}{H} \ln \frac{H_A + H}{H_A} - 1 \right)$$

Ein anderes Verfahren zur Berechnung, wobei die Wirkung des hydrostatischen Drucks nach der Integration einbezogen wurde, ergab für die Energie den folgenden Ausdruck:

$$22. P = \frac{B Q_{CO_2} \psi_g}{2} H \frac{1 + \frac{H_A}{H}}{\frac{H_A + H}{2}}$$

Für Höhen bis zu 18,3 m ergeben die beiden Formeln nahezu identische Energiewerte. Jedoch ist Formel 21 ein besserer theoretischer Ausdruck des Phänomens.

Viele andere Berechnungsverfahren zur Berechnung der Energie stehen zur Verfügung, beispielsweise ein graphisches Verfahren, bei dem der Strömungswiderstandskoeffizient  $C_d$  und die Blasen-geschwindigkeit  $u$  die Basis für die Berechnung sind:

$$23. u = \left( \frac{434}{C_d} \right)^{1/2}$$

BAD ORIGINAL

009038/0707

Alle Verfahren ergeben nahezu die gleichen Werte für die Blasenenergie. Beispielsweise würde ein aufrechtstehender zylindrischer Gährungsbehälter mit einem Gehalt von 667.000 l gährendem Bier und einer Höhe von 9,15 m eine Energie wie folgt ergeben:

24.  $P = 2,25$  HP gemäß Ausdruck 22

$P = 2,35$  HP gemäß Ausdruck 21

$P = 2,18$  HP gemäß dem graphischen Verfahren.

Alle die obigen Beobachtungen und die dazugehörigen Berechnungen zeigen, daß durch die  $\text{CO}_2$ -Entwicklung ein dynamischer Zustand eingestellt wird, und daß die  $\text{CO}_2$ -Blasen dem gährenden Medium einen Energiebetrag mitteilen. Wenn man diese Energiezufuhr durch die Blasen ausnutzt, dann kann ein positiver Kreislaufstrom erzeugt werden, der: (1) die Wärmeübergangswirkung der Temperierumsmäntel verbessert, (2) das Gährungsverfahren beschleunigt, da die Hefezellen und die Nährstoffe besser gemischt werden, (3) die Infreisetzung von  $\text{CO}_2$  beschleunigt, (4) ein Produkt mit gleichförmigeren Qualitäten erzeugt.

Es ist auch eine anerkannte Beobachtung, daß das Kreislaufverhalten von einer Konvektionsbewegung stammt, die ihren Ursprung in unterschiedlichen Dichten des Gährungsmediums und auch in der Gährungswärme hat. Die aus der Blasenbewegung stammende Energie verbessert die natürlichen Konvektionsströme.

Da die Energiezufuhr durch die Blasen zum Gährungsmedium mit der Höhe des Gährungsbehälters steigt, sollte ein Gährungsbehälter bei einem gegebenen Volumen innerhalb gewisser Grenzwerte verhältnismäßig hoch sein, damit die Blasen eine maximale Energiemenge für die Zirkulationen ergeben. Genauer gesagt, ein Gährungsbehälter sollte nicht zu eng sein, da hierdurch die Zirkulation gehemmt und das gewünschte Verhalten nicht erreicht wird.

Weiterhin sollten die Form und die Proportionen des Gährungsbehälters, insbesondere das Verhältnis der Höhe zum Durchmesser, und die Form des Bodens derart sein, daß diese Faktoren die Erzielung des gewünschten Verhaltens erleichtern.

Deshalb bezieht sich die Erfindung auf ein Gährungsverfahren, wobei die Schichtenbildung bezüglich der Reaktion oder des Produkts beseitigt wird und wobei die Gährungswärme gleichmäßig aus dem Gährungsmedium abgeleitet wird, und zwar ohne die Anwendung äußerer Rührung aber mit der Errichtung des richtigen Strömungsverhaltens durch die Verwendung der innerlich erzeugten Energie mit Hilfe einer Vorrichtung für Gährungsbehälter, wie sie in den folgenden Beispielen erläutert ist.

Es wird nunmehr auf Fig. 3 der beigelegten Zeichnungen bezug genommen, wo ein typischer Gährungstank gezeigt ist, der eine Wandungshöhe von mindestens 6,1 m aufweist und dessen Wandung kreisförmig ist und einen Durchmesser von ungefähr 6,1 m besitzt. Der bei 10 gezeigte Gährungstank ist mit einem Bodenteil 11 ausgerüstet, bei welchem der Neigungswinkel der konischen Oberfläche des Bodens annähernd  $30^\circ$  ist, aber von ungefähr 7 bis ungefähr  $70^\circ$  variieren kann. In einem Gährungsbehälter mit diesem Aufbau findet ein Flüssigkeitskreislauf statt, und zwar im Zentrum des Konus nach oben und in der Nähe der Wandungen nach unten, da die durchschnittliche Flüssigkeitshöhe im und in der Nähe des Zentrums des Konus größer ist als die durchschnittliche Höhe an und in der Nähe der Wandung, weil nämlich die Energiezufuhr durch die Blasen, die in der Zone aufsteigen, die durch eine theoretische rohrförmige Trennwand 12 dargestellt wird, größer sein wird, als die Energiezufuhr durch die im ringförmigen Raum 13 außerhalb des theoretischen Zylinders 12 sich nach oben bewegenden Blasen. Es wird festgelegt (Fig. 3A), daß die Querschnitte innerhalb und außerhalb der theoretischen Trennwand 12 gleich sind,

- 12 -

R der Radius des Gährungstanks 10 ist, R<sub>1</sub> der Radius der Trennwand 12 ist und S der Querschnitt des Gährungstanks ist. Unter diesen Bedingungen ergeben sich die folgenden Gleichungen:

$$\frac{S}{2} = \frac{\pi R^2}{2} = \pi R_1^2 \quad \text{und}$$

$$R_1 = \frac{R \sqrt{2}}{2}$$

Es ist auch nötig, das Folgende zu betrachten:

$\Delta H$  vertikaler Abstand zwischen Konusbasis und Konusseite

$\Delta H_a = \Delta H$  am Scheitel =  $R \operatorname{tg} \alpha$

$\Delta H_p = \Delta H$  an der Trennwand  
 $= R \left( 1 - \frac{\sqrt{2}}{2} \right) \operatorname{tg} \alpha$

$\Delta H_1 =$  durchschnittliches  $\Delta H$  innerhalb der Trennwand  
 $= \frac{\Delta H_m + \Delta H_p}{2}$

$$= R \operatorname{tg} \alpha \left( 2 - \frac{\sqrt{2}}{2} \right) \times 1/2$$

$\Delta H_o =$  durchschnittliches  $\Delta H$  außerhalb der Trennwand  
 $= \frac{\Delta H_m}{2}$

$$= R \operatorname{tg} \alpha \left( 1 - \frac{\sqrt{2}}{2} \right) \times 1/2$$

$\Delta P =$  der Energieunterschied aufgrund von  $\Delta H$ , durch den das Fließverhalten hervorgerufen wird

$\Delta P = P$  innerhalb der Trennwand -  $P$  außerhalb der Trennwand

$$\begin{aligned}
 &= \frac{BQ_{CO_2} \psi g}{2} \quad (H_1 + H - H_0 - H) \left(1 + \frac{H_A}{H_A + H}\right) \\
 &= \frac{BQ_{CO_2} \psi g}{2} \quad \frac{Rtg\alpha}{2} \quad \frac{H_A}{1 + \frac{H_A}{H_A + H}} \\
 &= \frac{BQ_{CO_2} \psi g}{2} \quad \frac{\Delta H_A}{2} \quad \frac{H_A}{1 + \frac{H_A}{H_A + H}}
 \end{aligned}$$

Aus dem Obigen ist ersichtlich, daß Energie zur Verfügung steht, um ein Fließverhalten entsprechend der Tiefe des konischen Bodens 11 hervorzurufen. Dieses gilt für konisch geformte Böden, wie es in Fig. 3 gezeigt ist, oder für umgekehrte konische Böden 11a, wie es in Fig. 4 gezeigt ist.

In Fig. 5 ist ein Gährungstank 15 mit einer tiefen Zone gezeigt, wobei der Teil 16 der tiefen Zone am Boden des Gährungstanks auf dem vertikalen Durchmesser angeordnet ist. Die Energiezufuhr durch die Kohlendioxydblasen, welche das Strömungsverhalten ergeben, kann leicht errechnet werden, wenn angenommen wird, daß das Volumen oberhalb der tiefen Zone gleich der Hälfte des gesamten Volumens ist. Hieraus ergibt sich

$$\begin{aligned}
 P &= P_1 - P_0 \\
 &= 1/2 \frac{BQ_{CO_2} \psi g}{2} \quad \Delta H \quad \frac{H_A}{1 + \frac{H_A}{H_A + H}}
 \end{aligned}$$

In der obigen Formel ist  $\Delta H$  die Höhe der tiefen Zone 16, und es ist selbstverständlich, daß sich das Fließverhalten umso leichter einstellt, je tiefer die Zone gemacht wird.

Es ist nun klar, daß die gesamte Energie der aufsteigenden Gasblasen dazu verwendet werden kann, den Zirkulationsstrom zu verbessern, wenn die gesamte Keimbildung auf einer bestimmten Fläche der Gährungsbehälterbodenoberfläche konzentriert werden kann.

Aus Laboratoriumsbeobachtungen konnte bestimmt werden, daß eine Keimbildung der Kohlendioxydblasen in der ausgewählten oder vorbestimmten Fläche des Bodens des Gährungsbehälters stattfindet, und es wurde auch beobachtet, daß, wenn sich das Fließverhalten einstellt, die Bewegung aufgrund des Fließverhaltens die Hefe in der Bodenfläche des Konus oder im tiefsten Teil des Gährungstanks konzentriert, welcher in Fig. 4 gezeigten Gährungsbehälter die Umgangsfläche 20 ist oder in Fig. 5 gezeigten Gährungsbehälter mit tiefer Zone die unterste Oberfläche ist.

Im Gährungstank 17 der Fig. 6 und 6A findet die Konzentration der Hefe in der tiefen Zone 18 statt. Es wurde auch beobachtet, daß sich die Flüssigkeit schnell genug bewegt, so daß eine sehr geringe Keimbildung an den höchsten Punkten oder Oberflächen des Gährungsbehälterbodens stattfindet.

Der Gährungstank 15 von Fig. 5 kann die folgenden Abmessungen aufweisen: Seitenwandung von ungefähr 6,1 bis ungefähr 18,3 m, Durchmesser des Tanks von ungefähr 6,1 bis 18,3 m, Durchmesser der tiefen Zone 16 von ungefähr 4,3 bis 12,7 m, und die gesamte vertikale Höhe einschließlich des erweiterten Tankabschnitts und der tiefen Zone 16 von ungefähr 9,2 bis ungefähr 21,4 m.

Bei den verschiedenen Gährungsbehältern, die in den beigefügten Zeichnungen gezeigt sind, und auch bei anderen als den gezeigten Formen sollte die Bodenoberfläche in Richtung zum Auslaßrohr eine ausreichende Neigung besitzen, daß die Hefe mit Hilfe eines automatischen eingebauten Spritzsystems entfernt werden kann. Ein



- 15 -

geeignetes Spritzsystem ist in den Fig. 3, 4, 5 und 6 gezeigt, wo ein Spritzkopf 19 innerhalb des Gärungstanks durch ein Rohr 20 mit einer Spritzflüssigkeit beschickt wird. Das Rohr 20 ist im wesentlichen zentral angeordnet. Ein Entlüftungsrohr 21 ist in der Nähe desselben angeordnet, wodurch Kohlendioxyd abgelassen werden kann. Hierdurch wird die Notwendigkeit einer manuellen Reinigung des Gärungstanks vermieden, wie dies bei den herkömmlichen Gärungsbehältern der Fall ist. Es wurde gefunden, daß die Bodenmeinigung mindestens ungefähr  $7^{\circ}$  betragen sollte.

In der obigen Zeichnung des Gärungsbehälters ist ein Kühlsystem mit mehr oder weniger herkömmlichem Aufbau gezeigt, bei dem ein Kühlmantel 23 die äußere Wandung des Gärungsbehälters umgibt und bei dem das Zirkulationsverhalten derart ist, daß der an der Wandung des Gärungsbehälters nach unten gerichtete Strom durch den Kühlmantel abgekühlt wird. Der Mantel 23 ist in geeigneter Weise mit einer herkömmlichen Kühleinrichtung verbunden, die bei 24 gezeigt ist. Somit kann die Gärungswärme aus dem Gärungsmedium ohne die Anwendung von außen angetriebener Schaufeln oder äquivalenter Rührvorrichtungen abgeführt werden. Anstelle von letzteren hält das Fließverhalten, wenn es sich einmal eingestellt hat, eine Zirkulation aufrecht, die konstant die bei dem Gärungsprozeß erzeugte Wärme zu einer Zone im Gärungsbehälter führt, die durch den Kühlmantel 23 gekühlt wird.

Bei der in Fig. 4 gezeigten Gärungsbehälterform kann der Kühlmantel 25 in der Nähe des Scheitels des umgekehrt konischen Bodens angeordnet sein, um die benachbarte Wandung abzukühlen, an der das erwärmte Gärungsmedium vorbeiströmt. Der Mantel 25 ist mit der Kühleinrichtung 26 verbunden. Eine ähnliche Anordnung eines Kühlmantels 27 kann bei dem in Fig. 6 gezeigten Gärungsbehälter verwendet werden, wobei dieser Mantel mit der Kühleinrichtung 28 verbunden ist.

009039/0707

LABORATORY

- 16 -

In der obigen Beschreibung wurden die Prinzipien der Erfindung erläutert, und es wurden auch gewisse Gährungsbehälterformen gemäß der Erfindung beschrieben. Es sind die verschiedensten Abwandlungen möglich, die alle unter den Bereich der vorliegenden Erfindung fallen sollen.

7. Gärungstank, dadurch gekennzeichnet, <sup>durch</sup>  
 daß er einen Tankboden (11) mit einer Oberfläche aufweist, <sup>von App. 4-6 L-</sup>  
 die so ausgebildet ist, daß ein Unterschied in der Tiefe <sup>günst.</sup>  
 innerhalb des Tanks um einen bestimmten Betrag besteht, so <sup>h.k.</sup>  
 daß eine Flüssigkeitsbewegung innerhalb des Gärungsmediums  
 in dem Tank erzielt wird, um die natürlichen Konvektions-  
 ströme zu verbessern.

2. Tank nach Anspruch 5, dadurch gekennzeich-  
 net, daß sie eine Kühleinrichtung (23) aufweist, die mit  
 dem Tank zusammenarbeitet und so angeordnet ist, daß beträcht-  
 liche Mengen der Gärungswärme aus dem vergärbaren Medium  
 abgeleitet werden.

3. Tank nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekenn-  
 zeichnet, daß er folgende Teile aufweist: Eine um-  
 laufende Seitenwandung, eine Bodenwandung (11), die eine ge-  
 formte Oberfläche besitzt, wobei diese geformte Oberfläche  
 eine bestimmte Gesamthöhendifferenz des Tankinhalts zwischen  
 einem niedrigen Teil und einem hohen Teil der genannten Boden-  
 wandung (11) ergibt, einen Einlaß und einen Auslaß, die mit  
 dem Tank verbunden sind, und eine Einrichtung (21), welche  
 die durch die Gärung gebildeten Gase entläßt, so daß die Be-  
 wegung des Tankinhalts durch die entwickelten Gase aufrecht  
 erhalten wird, die vom unteren Teil der genannten Bodenwan-  
 dung nach oben strömen und den Inhalt mitführen.

*Ergänzung der ursprüngl.  
Vorher Ansprüche 5-7.  
H.K.*

Patentansprüche

4. Gärungstank, dadurch gekennzeichnet, daß er einen Tankboden mit einer Form aufweist, die so ausgebildet ist, daß die Bewegung des fermentierbaren Inhalts beschleunigt wird, indem die Bahn der durch Fermentation gebildeten Gasblasen in der Weise angeordnet ist, daß zur Bewegung des fermentierenden Inhalts ein vorgewähltes, hydrodynamisches Muster ausgebildet wird.

5. Tank nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß er einen Tankboden mit einer Form aufweist, die so ausgebildet ist, daß sein tiefster Teil so angeordnet ist, daß die Bewegung des fermentierenden Inhalts in der Zone der größten Wärmekonzentration erreicht wird.

6. Tank nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der tiefste Teil des Tankbodens zentral im Tank angeordnet ist.

13  
Leerseite

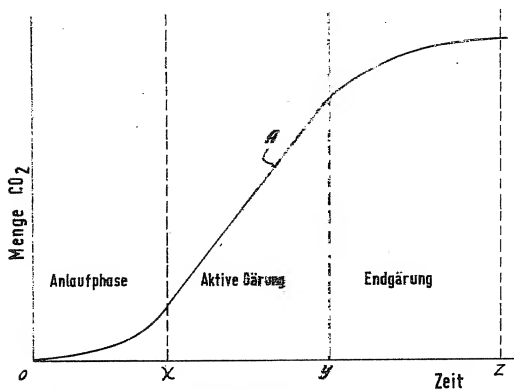


FIG.1 Gärungsschema

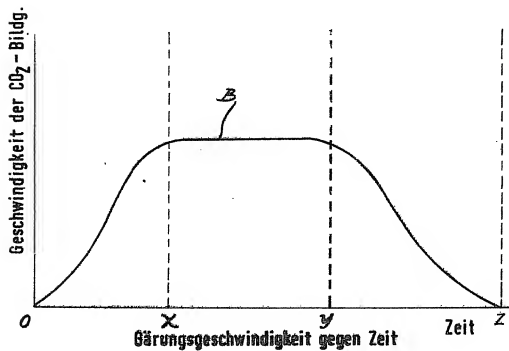


FIG.1-A

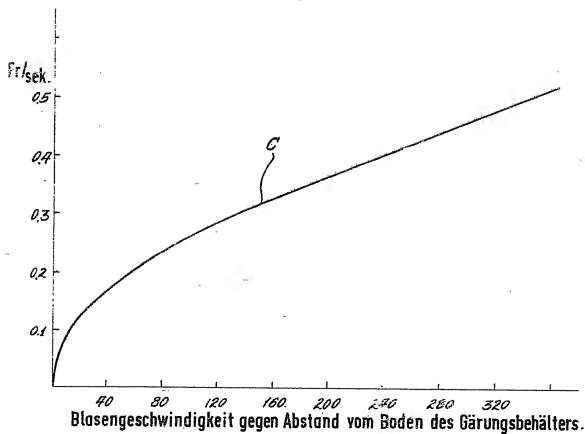


FIG.2

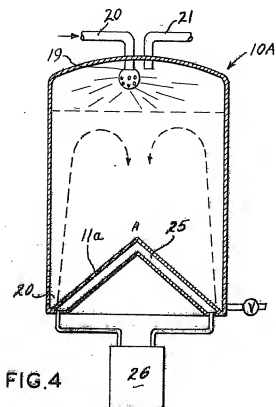


FIG.4

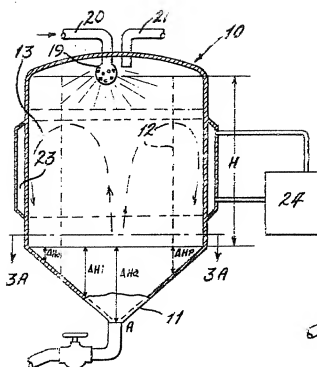


FIG. 3

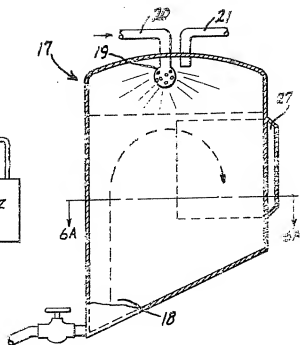


FIG. 6

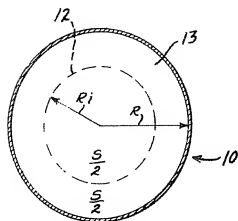


FIG. 3A

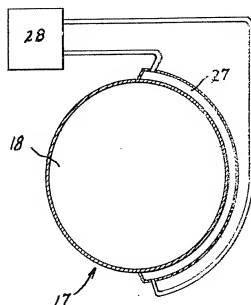


FIG. 6A



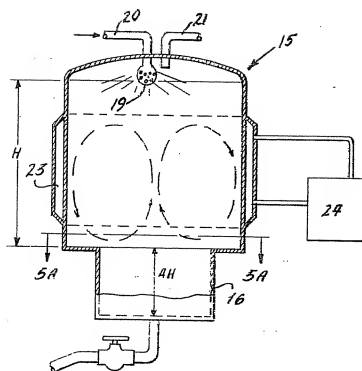


FIG. 5

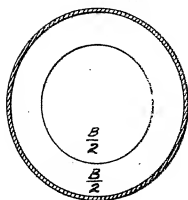


FIG. 5A